

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

Cited in
Preliminary
Examination Report(11)Publication number : 64-068474
(43)Date of publication of application : 14.03.1989

(51)Int.Cl.

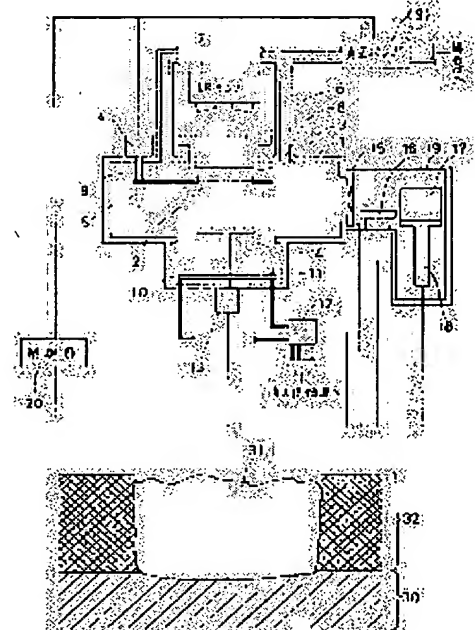
C23C 16/06
C23C 16/48
H01L 21/285(21)Application number : 62-226897
(22)Date of filing : 10.09.1987(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD
(72)Inventor : NARITA NORIYOSHI
KAWANISHI YASUHIKO
MATSUSE KIMIHIRO

(54) FORMATION OF FILM

(57)Abstract:

PURPOSE: To form a W film while preventing the erosion by sublimation of Si by controlling the supply of the gas for forming the W film with time at the time of forming the W film by a CVD method using gaseous WF₆ on an Si substrate having a patterned structure consisting of SiO₂ and Si.

CONSTITUTION: A semiconductor wafer 2 having the patterned structure composed of Si and SiO₂ on the surface to be treated is installed in a vacuum chamber 1 and is heated by an IR lamp 7 via an installation base 3. A gaseous mixture composed of gaseous WF₆ for film growth and carrier gas consisting of H₂ and Ar is supplied to the chamber from gas introducing ports 10, 11. The first reduction of WF₆ is executed by Si for pattern formation of the semiconductor wafer, by which reduced W 31 is formed on Si 30. After the W film 31 is formed thinly on the Si 30, the reduction of the WF₆ is effected by the gaseous H₂ in the gaseous mixture so that the subsequent growth of the W is contrived. The supply rate of the gaseous mixture in the final period of the reaction is decreased for the above-mentioned purpose to decrease the amt. of the Si to be used for reducing the WF₆ as far as possible. After the W film is thinly formed on the Si, the WF₆ is reduced by the H₂ without consuming the Si and, therefore, the growth of the W on the Si is expedited by sharply increasing the supply of the gaseous mixture.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-68474

⑮ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)3月14日

C 23 C 16/06

7217-4K

16/48

7217-4K

H 01 L 21/285

C-7638-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 膜形成方法

⑯ 特 願 昭62-226897

⑰ 出 願 昭62(1987)9月10日

⑱ 発 明 者 成 田 知 徳 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株式会社内

⑲ 発 明 者 川 西 康 彦 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株式会社内

⑳ 発 明 者 松 瀬 公 裕 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株式会社内

㉑ 出 願 人 東京エレクトロン株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

明 細 書

1. 発明の名称

膜形成方法

2. 特許請求の範囲

(1) 膜形成される被処理基板の被処理面と化学反応して昇華作用を呈する元素を含む膜成長用ガスを供給して上記被処理面上に成膜する膜形成方法において、上記膜成長用ガスの供給を初期に膜が薄く形成される程度の少量供給する工程と、この工程後所望の膜厚を得るのに必要な量の上記膜成長用ガスを供給する工程とを具備してなる膜形成方法。

(2) 膜形成は、化学的な気相成長により金属の膜を形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の膜形成方法。

(3) 膜成長用ガスは、六弗化タングステンガスであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の膜形成方法。

(4) 化学的な気相成長は、低圧状態で行なわれることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の

膜形成方法。

(5) 金属は、タングステンであることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の膜形成方法。

(6) 被処理基板は、半導体ウエハであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の膜形成方法。

(7) 被処理面は、SiとSiO₂のパターン構造であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の膜形成方法。

3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は、膜形成方法に関する。

(従来の技術)

一般に、半導体集積回路に金属薄膜を堆積させて配線等を行なう技術として、長年の間、蒸着やスパッタリング等の物理的気相成長方法(PVD)が使用されてきた。

しかし、超LSI等集積回路の高集積化・高速化・高密度化に伴い、ゲート電極やコンタクト・

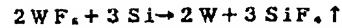
ホールやスルー・ホール等の形成の為に、多結晶 Si に比べ抵抗が 1 桁以上低い W (タングステン) 等の高融点金属の金属薄膜を堆積させる技術が重要となってきた。

そして、ゲート電極やコンタクト・ホールやスルー・ホール等の抵抗を下げる配線等の技術として、W の選択的な化学的気相成長方法 (CVD) があり、solid state technology/日本版/February 1983 (日本エス・エス・ティ開発行) 第 45 頁～第 51 頁や、ULSI/1985 年 6 月号 (關サイエンスフォーラム発行) 第 17 頁～第 19 頁、solid state technology/日本版/February 1986 (日本エス・エス・ティ開発行) 第 35 頁～第 45 頁等に開示される。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上記の W の選択的な化学的気相成長方法では、例えば、SiO₂ と Si のパターン構造のシリコン基板上へ WF₆ (六弗化タングステン) ガスを用いた CVD 方法により、W 膜を SiO₂ 上には成長させないで Si 上のみに成長させる。この時の初期段階での W 膜の成長は、Si 上に容易

に成長するが、SiO₂ 上には成長しにくい性質を利用して、Si 上への還元反応は下記の如くなる。



ここで、WF₆ は Si によって直接還元されるため、基板である Si の昇華作用による消費が発生し、W の成長が基板内に深く入り過ぎたり、Si の開孔部から横方向に広がり過ぎる等の侵食が起り、下地の構造が乱されるという問題があった。

このため、従来は、solid state technology/日本版/February 1986 等に開示される如く、W の堆積前に行なう洗浄等の基板の前処理により、W が均一に再現性よく Si 領域に還元される様にして、侵食を防止しようとしている。

しかし、この基板の前処理では、Si の消費量や侵食を制御することができず、上記問題点は解決されていなかった。

本発明は、上記点に対処してなされたもので、膜を被処理基板の被処理面に形成する場合に、上記被処理基板下地構造を多量に消費したり、浸食

したりするのを防止し、制御されて安定した膜を形成することのできる膜形成方法を提供するものである。

(発明の構成)

(問題点を解決するための手段)

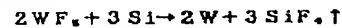
本発明は、膜成長用ガスの供給を初期に膜が薄く形成される程度の少量供給する工程と、この工程後所望の膜厚を得るのに必要な量の上記膜成長用ガスを供給する工程を具備したことを特徴とする。

(作用)

本発明の膜形成方法では、膜を形成する時の反応ガス中に含まれる膜成長用ガスの量を初期反応時に少なく、その後の反応時に多く制御することにより、被処理基板の下地構造を多量に消費したり浸食するのを防止し、かつ、トータルの所望の膜形成を速くし、安定した膜を形成するものである。

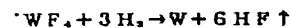
例えば、被処理基板が Si と SiO₂ のパターン構造時の CVD による選択的 W 膜の形成時は、初

期の反応が、



であり、この時に下地構造体である Si と WF₆ が選択的に還元反応し、Si を多量に消費したり、浸食反応が発生したりするので、この初期の反応時に、膜成長ガスである WF₆ の絶対量を還元反応に必要な最小限に抑えることで、Si の消費と浸食を防止して、W 膜を形成する。

そして、その後の反応が、



で、キャリアガスである H₂ (水素) と WF₆ の還元反応であり、この時の WF₆ の絶対量を多くすることで、初期反応時に生成された W 膜によるバリア効果により、Si 消費と浸食を防止したまま、所望の W 膜を速く安定して形成することができる。

(実施例)

以下、本発明方法を半導体製造工程の化学的気相成長による薄膜形成工程で、枚葉処理による高融点金属の薄膜形成に適用した実施例につき図面を参照して説明する。

冷却水等で壁面を冷却可能で機密な円筒状A(アルミニウム)製反応チャンバ(1)上方に、被処理基板例えばSiとSiO₂のパターン構造を被処理面にもつ半導体ウエハ(2)を、被処理面が下向きになる如く設置可能な設置台(3)が設けられている。そして、この設置台(3)近傍には、例えば半導体ウエハ(2)の外縁を用いて設置台(3)に半導体ウエハ(2)を固定する如く、例えばエアシリンダ等の昇降機構(4)を備えた支持体(5)が設けられている。また、設置台(3)の上方には石英ガラス製の窓(6)を通して設置台(3)を例えば300℃～1000℃に加熱可能なIRランプ(infrared ray lamp)(7)が設けられている。そして、設置台(3)近傍の反応チャンバ(1)上壁には、例えば2ヶ所の排気口(8)が設けられ、この排気口(8)には、反応チャンバ(1)内を所望の圧力に減圧及び反応ガス等を排出可能な真空ポンプ(9)例えばターボ分子ポンプ等が接続されている。

それから、反応チャンバ(1)下方に酸化系のガスである膜成長用ガス例えばWF₆(六弗化タンゲステン)等を流出する、多数の微小な流出口をも

つ円環状の酸化系ガス導入口(10)が設けられ、同様に、還元系のガスであるキャリアガス例えばH₂(水素)やAr(アルゴン)等を流出する、多数の微小な流出口をもつ円環状の還元系ガス導入口(11)が設けられている。これらガス導入口(10,11)は流量制御機構(12)例えばマス・フロー・コントローラ等を介してガス供給源に接続されている。また、設置台(3)とガス導入口(10,11)の間には、ガスの流れを制御するための例えばステッピングモータ等の直線移動による移動機構(13)を備えた円板状制御板(14)が設けられている。

そして、反応チャンバ(1)の1側面に例えば昇降により開閉可能なゲートバルブ(15)を介して、半導体ウエハ(2)を反応チャンバ(1)内に搬入及び搬出するため、伸縮回転自在にウエハ(2)を保持搬送するハンドアーム(16)と、ウエハ(2)を例えば25枚程度収納したカセット(17)を載置して昇降可能な載置台(18)を内蔵した機密な搬送予備室(19)が配設してある。

また、上記構成の膜形成装置は制御部(20)で動

作制御及び設定制御される。

次に、上述した膜形成装置による半導体ウエハ(2)への膜形成方法を説明する。

予備室(19)の図示しない開閉口よりロボットハンド又は人手により、例えば被処理半導体ウエハ(2)が25枚程度収納されたカセット(17)を、昇降可能な載置台(18)上に載置する。この時、ゲートバルブ(15)は閉じた状態で、反応チャンバ(1)内は既に、真空ポンプ(9)の働きで所望の低圧状態となる様に減圧されている。そして、カセット(17)をセットした後、搬送予備室(19)の図示しない開閉口は機密となる如く閉じられ、図示しない真空ポンプで反応チャンバ(1)と同程度に減圧する。

次に、ゲートバルブ(15)が開かれ、所望の低圧状態を保ち、載置台(18)の高さを調整することにより、半導体ウエハ(2)を伸縮自在なハンドアーム(16)で、カセット(17)から所望の1枚を取り出し、反応チャンバ(1)内に搬入する。この時、支持体(5)が昇降機構(4)により下降していて、ウエハ(2)を被処理面を下向きに支持体(5)上に載置する。そして、

昇降機構(4)で支持体(5)を上昇し、ウエハ(2)を設置台(3)と支持体(5)で挟持し設置する。この時既に、IRランプ(7)で設置台(3)は加熱されている。そこで、支持体(5)のウエハ(2)当接面は熱伝導率の低いセラミック等で構成すると、ウエハ(2)の熱分布が一様となり、処理ムラが防止できる。また、半導体ウエハ(2)の設置台(3)への設置が終了すると、ハンドアーム(16)を搬送予備室(19)内に収納し、ゲートバルブ(15)を閉じる。

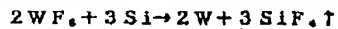
次に、半導体ウエハ(2)被処理面への処理を開始する。

まず、反応チャンバ(1)内を所望の低圧状態例えば100～200mm Torrに保つ如く真空ポンプ(9)で排気制御しながら、半導体ウエハ(2)の被処理面の温度をIRランプ(7)で例えば40～530℃程度となる如くウエハ(2)から放射される赤外線をパイロメーターを用いて制御するか、高感度熱電対を用いてウエハ(2)の温度を直接検知して制御し、ガス導入口(10,11)を開いて、流量制御機構(12)で反応ガスを構成する膜成長用ガス例えばWF₆とキャリ

アガス例えばH₂及びArを流出し、化学的な気相成長を行なう。この流量を下表に示す如く制御すると、第2図に示す様にSi(30)の露出した部分例えばホールに金属例えばW(タングステン)(31)の膜を選択的に堆積することができる。

	被処理基板温度 (°C)	処理時間 (sec)	Ar流量 (cc/min)	H ₂ 流量 (cc/min)	Ar流量 (cc/min)	WF ₆ 流量 (cc/min)
1.	50	20	50	0	50	0
2.	450	180	50	0	50	0
3.	450	30	10	500	10	0
4.	450	300	10	500	10	0.5
5.	450	1200	10	500	10	5.0
6.	0	60	50	0	50	0

ここで、この時の化学的な気相成長の反応は2段階の成長過程によって行なわれる。つまり、1段階目の反応は初期の反応で、WF₆とSi(30)との直接的な還元から、次式の如くなる。



この反応は、半導体ウエハの被処理面が例えばSi(30)とSiO₂(32)のパターン構造の為に、W

この時も、同様に、初期反応時のW(31)膜によるバリア効果で、Si(30)の浸食等は防止される。そこで、流量制御機構(12)でこの2段階目の反応の工程時に膜成長用ガスの量つまり絶対量が多くなるように制御することにより、所望のW(31)膜厚に安定して速く形成することができる。

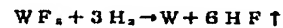
ここで、気相成長初期の膜成長用ガスの量を少なく制御する工程を除いて、下表に示す如く処理を行なうと、第3図に示す様な、Si(30)の浸食が発生する。

	被処理基板温度 (°C)	処理時間 (sec)	Ar流量 (cc/min)	H ₂ 流量 (cc/min)	Ar流量 (cc/min)	WF ₆ 流量 (cc/min)
1.	50	20	50	0	50	0
2.	450	180	50	0	50	0
3.	450	60	10	500	10	0
4.	450	1200	10	500	10	3.0
5.	0	60	50	0	50	0

因みに、膜成長用ガスの量を一定にして、被処理基板温度のみを下表に示す如く制御すると、第4図に示す様に、下地構造体であるSi(30)のか

(31)膜はSi(30)上には容易に成長するが、SiO₂(32)上には成長しにくい性質を利用したW(31)の選択的気相成長であり、この反応時に基板表面のSi(30)が昇華作用で消費される。そこで、この気相成長の初期の工程に、反応ガス中に含まれる膜成長用ガスの量つまり絶対量を流量制御機構(12)で少なく制御し、例えば、膜成長用ガスの還元反応に最低限必要とする量にすることで、初期反応時に生成されたW(31)膜によるバリア効果をもたらし、下地構造体であるSi(30)を多く消費したり浸食したりするのを防止でき、安定したW(31)膜の成長を行なうことができる。そして、このことにより、半導体ウエハのより作られるデバイスのリーク電流やコンタクト抵抗の増大を防止し、拡散層の接合破壊が防止できる。

そして、2段階目の反応で、WF₆とH₂の還元から、1段階目の反応で形成されたW(31)膜をさらに成長させて所望の膜厚にでき、次式の反応となる。



なり内部までW(31)が浸食してしまう。

	被処理基板温度 (°C)	処理時間 (sec)	Ar流量 (cc/min)	H ₂ 流量 (cc/min)	Ar流量 (cc/min)	WF ₆ 流量 (cc/min)
1.	43	60	10	500	10	0
2.	198	60	10	500	10	3.0
3.	205	120	10	500	10	3.0
4.	495	60	10	500	10	0
5.	523	180	10	500	10	3.0
6.	229	60	50	0	50	0

尚、第2図と第3図と第4図に示す反応ガスの化学的な気相成長により金属の膜を形成する場合、被処理基板の被処理面は、稀釈HF液で洗浄後、気相成長処理を行なっている。この前処理を行なうと、膜成長用ガスが均一に再現性よく還元されるので、より良好な膜を形成することが可能となる。

この稀釈HF洗浄後に、良好な膜を形成する為にSi(30)表面の酸化膜除去のArプラズマ処理を、反応チャンバ(1)内で行なってもよい。

また、設置台(3)とガス導入口(10,11)間に設け

た円板状制御板(14)の位置を移動機構(13)で調整することで、設置された半導体ウエハ(2)の被処理面により均一に反応ガスが流れる如く、反応ガスの流れを制御することができる。

そして、第2図に示す様な所望の膜形成が終了すると、反応ガスの流出を止められ、昇降機構(4)で支持体(9)がウエハ(2)を支持した状態で降下し、ゲートバルブ(15)が開かれ、伸縮回転自在なハンドアーム(16)により半導体ウエハ(2)を反応チャンバ(1)より搬出するとともにゲートバルブ(15)を閉じて処理が完了する。

上記実施例では、膜成長用ガスにWF₆を用いて、W(31)膜を半導体ウエハ(2)のSi(30)とSiO₂(31)パターン構造上へ気相成長する場合について説明したが、化学的な気相成長により金属の膜を被処理基板の被処理面に形成する場合でもよく、被処理基板の被処理面と化学反応して昇華作用を呈する元素を含む膜成長用ガスを供給して、被処理面上に成膜する場合であれば何でもよく、上記実施例に限定されるものではない。

第1図は本発明の膜形成方法における膜形成装置の構成図、第2図は第1図の膜成長用ガスの量を制御した時の成長タングステン膜の断面図、第3図は第2図の初期に膜成長用ガスの量を少なく制御する工程を除いた時の成長タングステン膜の断面図、第4図は第1図の膜形成用ガスの量を一定とした時の成長タングステン膜の断面図、第5図は第1図の動作を簡単に示すフロー図である。

図において、

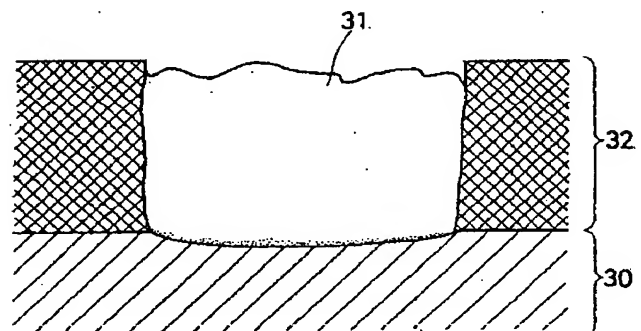
- | | |
|-----------|--------------|
| 1…反応チャンバ | 2…半導体ウエハ |
| 9…真空ポンプ | 10, 11…ガス導入口 |
| 12…流量制御機構 | 30…Si |
| 31…W | |

以上、述べたようにこの実施例によれば、気密な反応チャンバ(1)内を低圧状態とし、この内部に設置した半導体ウエハ(2)のSi(30)とSiO₂(32)パターン構造被処理面に、膜成長用ガスとしてWF₆を用いてSi(30)上に選択的にW(31)膜を化学的気相成長により形成する場合、気相成長の初期に、膜成長用ガスの量を少なく制御し、その後、膜成長用ガスの量を多く制御することにより、下地構造の消費や浸食を防止して、安定した所望の膜を速く形成することができる。

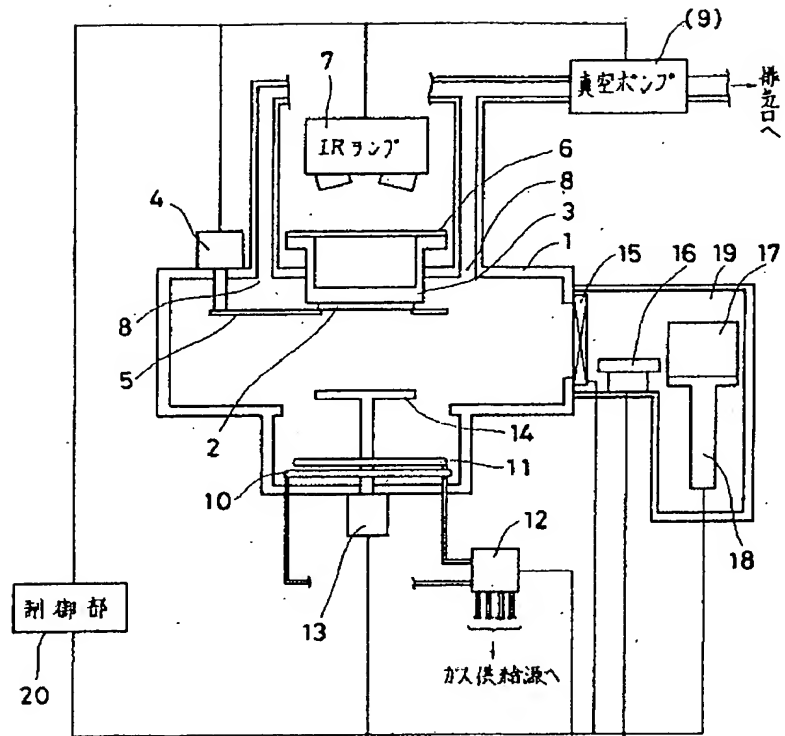
(発明の効果)

以上説明したように本発明によれば、膜成長用ガスの量を制御することにより、被処理基板下地構造の昇華による消費や浸食を防止し、制御されて安定した金属膜を速く形成可能な、化学的気相成長による金属膜形成方法を実現でき、このことにより、デバイスのリーク電流の増大やコンタクト抵抗の増大、拡散層の接合破壊等を防止することができる。

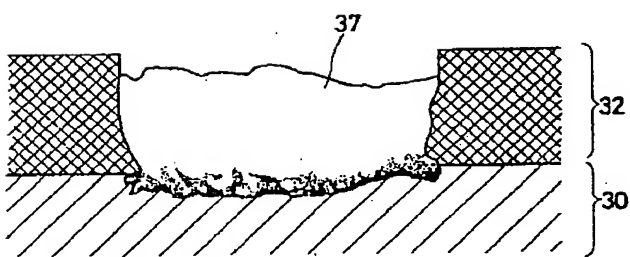
4. 図面の簡単な説明



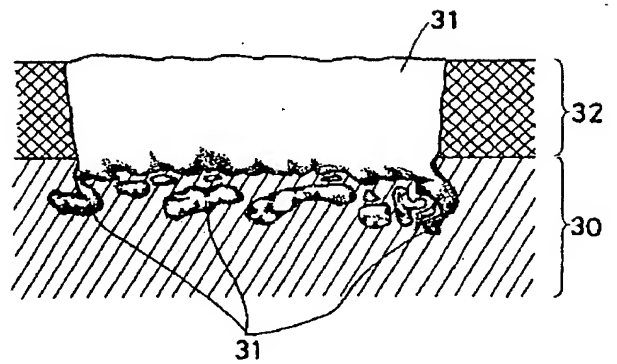
第 2 図



第 1 図



第 3 図



第 4 図

